

ネットワーク運用自動化のための 運用データ連携解析の検討

小林諭, 福田健介 (NII)

{sat, kensuke}@nii.ac.jp

IA/ICSS研究会 2022-06-23

人の手を介さないネットワーク自動運用

- Self-Driving Network [1]

– 4つのステップのサイクルによる自律制御

1. ネットワークの自動構成
2. 監視・可視化によるデータ収集
3. データからのネットワークの診断
4. 診断に基づく構成へのフィードバック



よくあるネットワーク障害なら、人の手を介さず自動で検出・対処して動き続ける



[1] "The Self-Driving Network," <https://www.juniper.net/assets/fr/fr/local/pdf/pov/3200053-en.pdf>.

人の手を介さないネットワーク自動運用

- Self-Driving Network [1]

– 4つのステップのサイクルによる自律制御

1. ネットワークの自動構成
2. 監視・可視化によるデータ収集
3. データからのネットワークの診断
4. 診断に基づく構成へのフィードバック

既存研究でフォーカス

既存技術では未実現

(1) ネットワーク構成情報と
(2) 監視データを
連携して扱う必要がある



[1] "The Self-Driving Network," <https://www.juniper.net/assets/fr/fr/local/pdf/pov/3200053-en.pdf>.

運用データ連携の必要性

• 内的要因の障害



- 構成情報に要因が存在
- (4)ではコンフィグなど構成要素の修正が必要

• 外的要因の障害



- 物理要因・アクセス集中など
- (4)ではサービス要件に応じた対処が必要

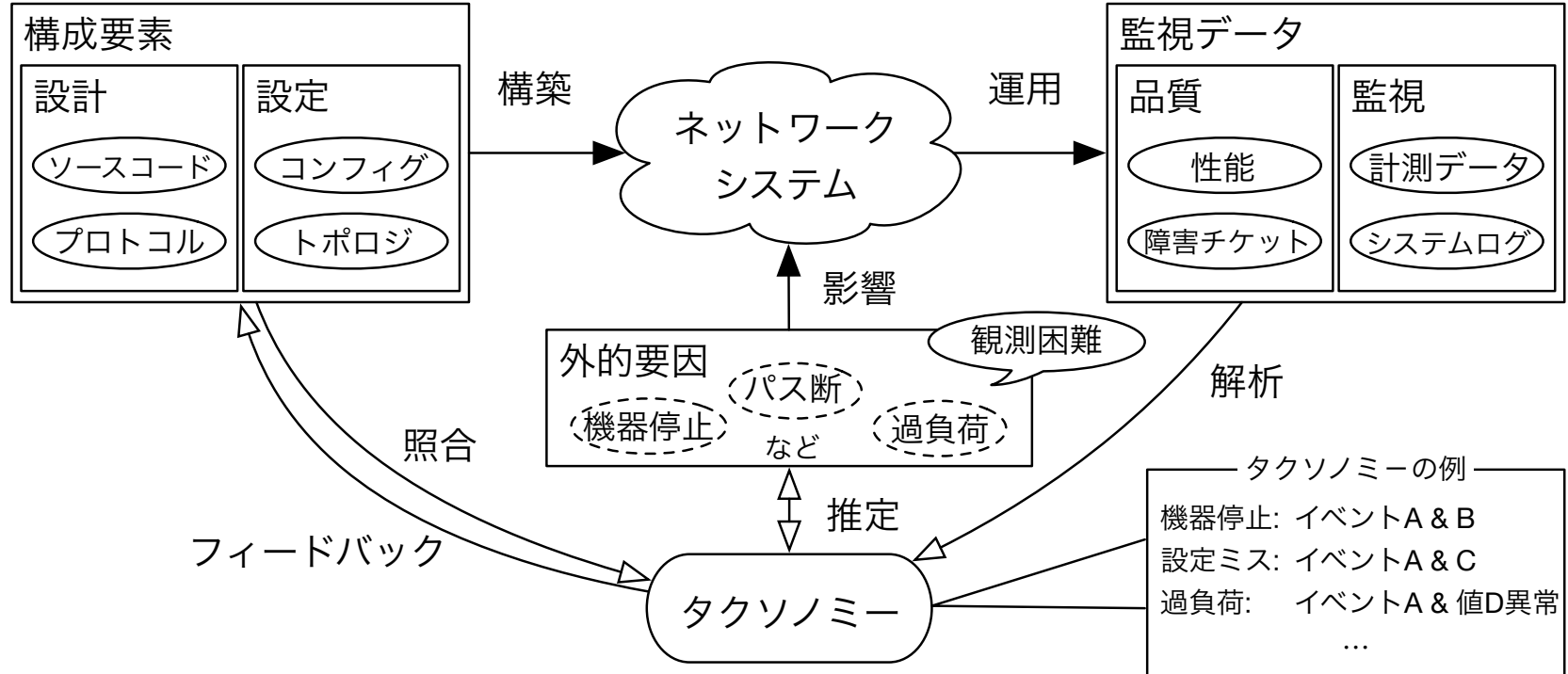


フィードバックを行うには、診断だけでなく構成情報データとの対応づけが必要

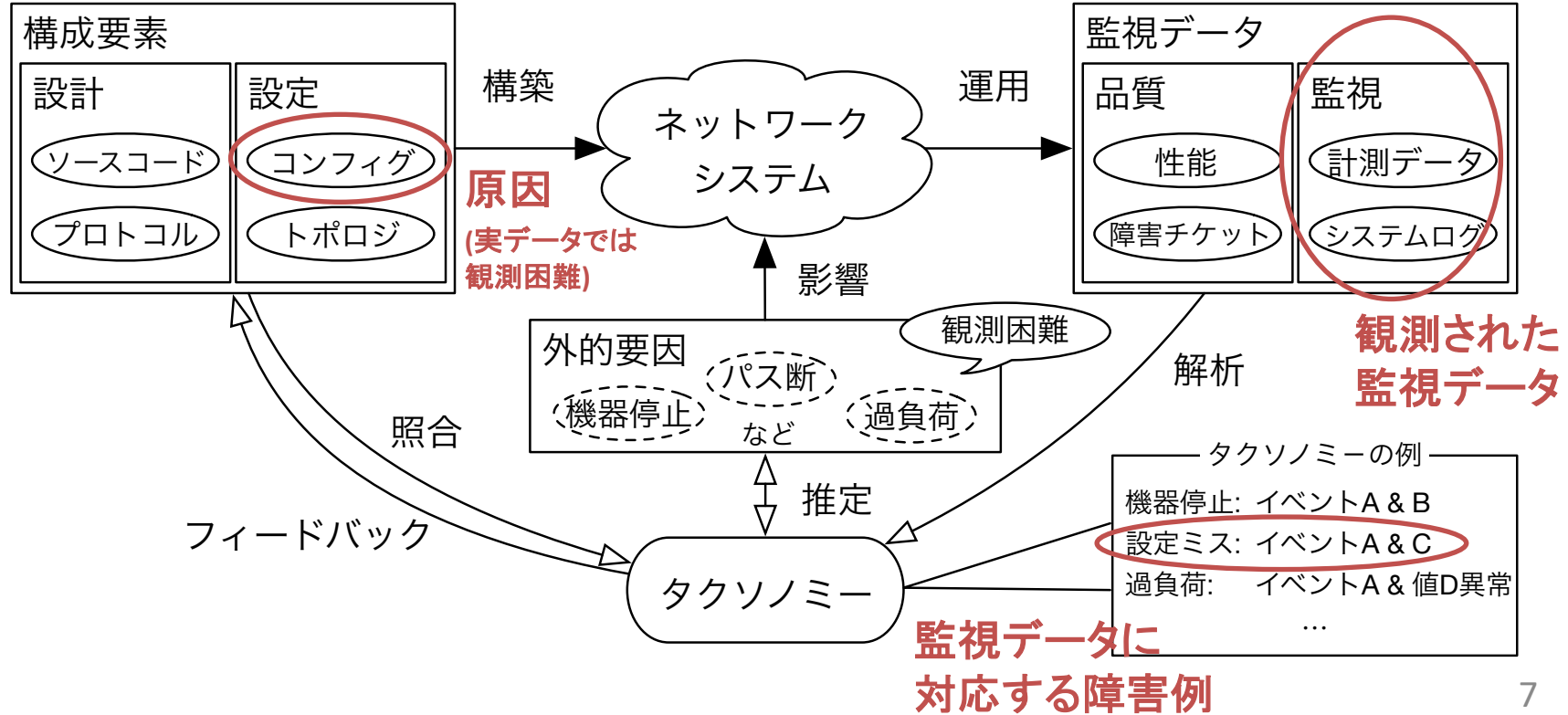
運用データ連携の難しさ

- 実運用データ解析の限界
 - 実データにおける障害事例の少なさ・偏り
 - オープンデータの乏しさ
 - データの背景把握の難しさ
- 擬似データの解析の併用
 - データに対応して起きた障害やその要因が確実に分かる
 - たくさん集めれば、データとその要因の対応表としてのタクソノミーが作れる
 - 擬似データと実データを付き合わせて網羅状況の把握

目指す自動運用ネットワークの構成



目指す自動運用ネットワークの構成



研究の目的

- ネットワークの自律的な形での自動運用を目指し、障害への対処まで自動化し得る仕組みの実現
- ネットワークの構成要素と監視データの連携の実現
 - タクソミーによる診断・フィードバック
- ネットワーク運用データの擬似データと実データの連携解析の実現
 - オープンな擬似データ生成基盤の実現
 - より実データに近い擬似データへ

関連研究1 – 構成自動化



- ネットワーク自動検証
 - ネットワークの設定や構成がオペレータの意図に沿うかを検証
 - ▶ 設定ミスなどを事前に防ぐ
 - 有界モデル検査など形式検証アプローチが主流
- Intent-based Network
 - コンフィグよりも抽象的な表現でネットワークの設定を扱う
 - ▶ 設定変更の負担を減らし、設定ミス発生のを減らせる
 - Network intentの記述言語[17,18]を経由することが多い

[17] Y. Tsuzaki, et al. “Reactive configuration updating for Intent-Based Networking”, ICOIN 2017, pp. 99-102, 2017

[18] A.S. Jacobs, et al. “Refining network intents for self-driving networks”, Workshop on Self-Driving Networks 2018, pp.15-21, 2018

関連研究2 – 監視と診断



- 計測データ
 - トラフィック量や遅延、機器のリソースなど数値的なデータ
 - Tracerouteなど能動計測の値も扱われる
- ログデータ
 - 機器上のイベント発生を記録する記述的なデータ
 - 前処理^[30]により、タイムスタンプを用いた時系列として扱える
- 診断では、どちらも時系列としての解析が一般的
 - 機械学習による分類、因果解析など

関連研究3 – 擬似ネットワーク・擬似データ

- 仮想環境上でのネットワーク再現
 - 手動検証やエミュレーションのため広く行われている
 - 運用時より設計・構築時に用いられることが多い
- 仮想環境上での障害の再現による擬似データ収集
 - マイクロサービス運用分野の研究だと広く行われている
 - 主に機械学習手法の評価用データとして
 - 最小構成がある程度決まっているので比較的再現しやすい?
 - ネットワーク分野ではまだ少ない [38]
 - ネットワーク構成がサービスや規模に依存しやすく再現が大変?

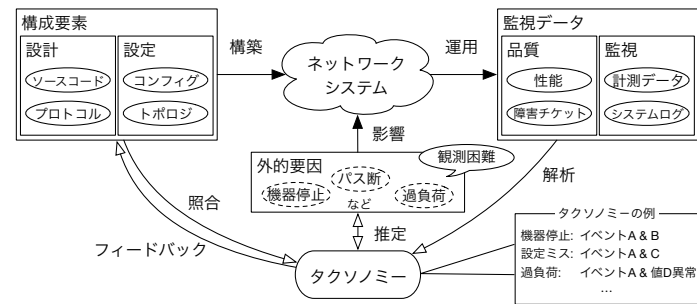
提案手法の概要

1. 擬似データ収集基盤

- 実環境に影響を与えず障害を観測
- より実データに近い擬似データを収集

2. タクソミーの構築

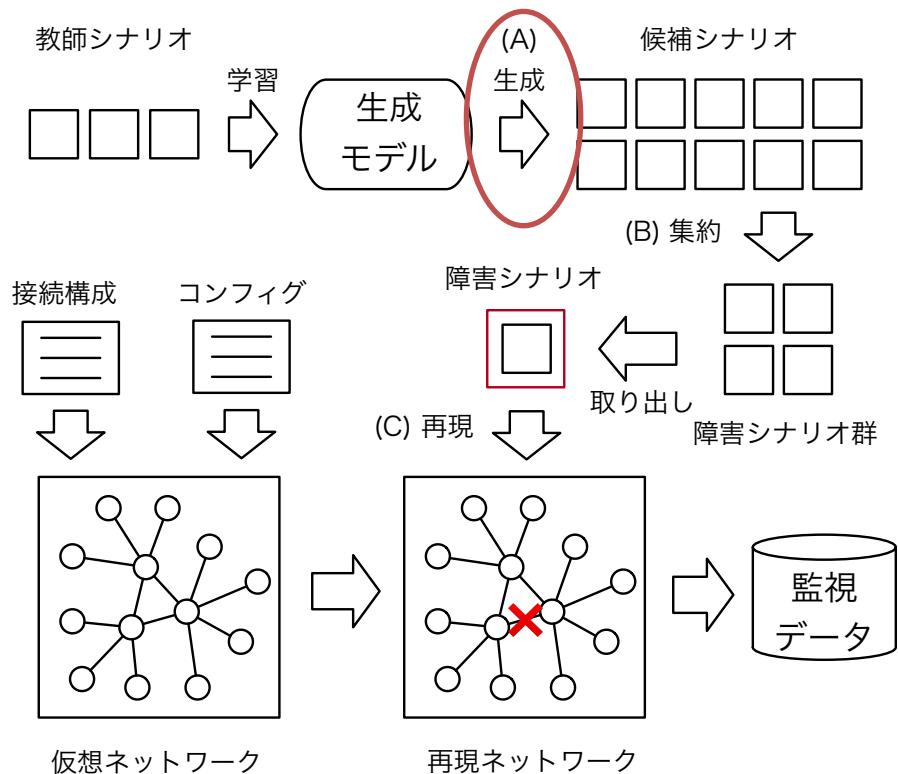
- 障害の要因と監視データを対応づける
- 擬似データと実データでそれぞれ構築し、比較することで擬似データでの解析の妥当性を検証可能



擬似データ収集基盤の要件

- ネットワークの擬似運用データ生成の難しさ
 - 障害シナリオが単純になりやすい
 - ユーザが不在
 - 長期運用されておらず、コンフィグが汚れていない
- 満たすべき要件
 1. 複合的要因のシナリオの自動生成
 - ユーザの振る舞いやコンフィグの汚れなどのノイズも加味したシナリオへ
 2. 障害シナリオの類似・重複を抑制
 - より幅広い障害を扱いたい

擬似データ生成の流れ1



A. 障害シナリオ候補の生成

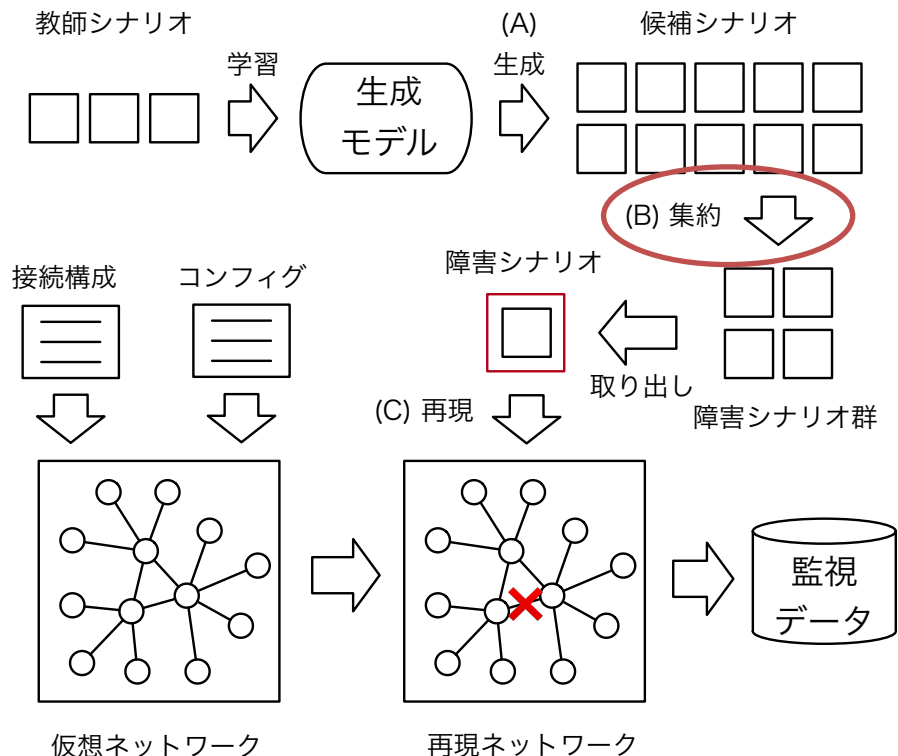
– 教師シナリオを学習

- コンフィグの汚れ・誤り
- ネットワークの状態変化
- 時系列上の順序・時間差

– 生成モデルにより再生成

- 教師と似た擬似障害例を多数生成することができる

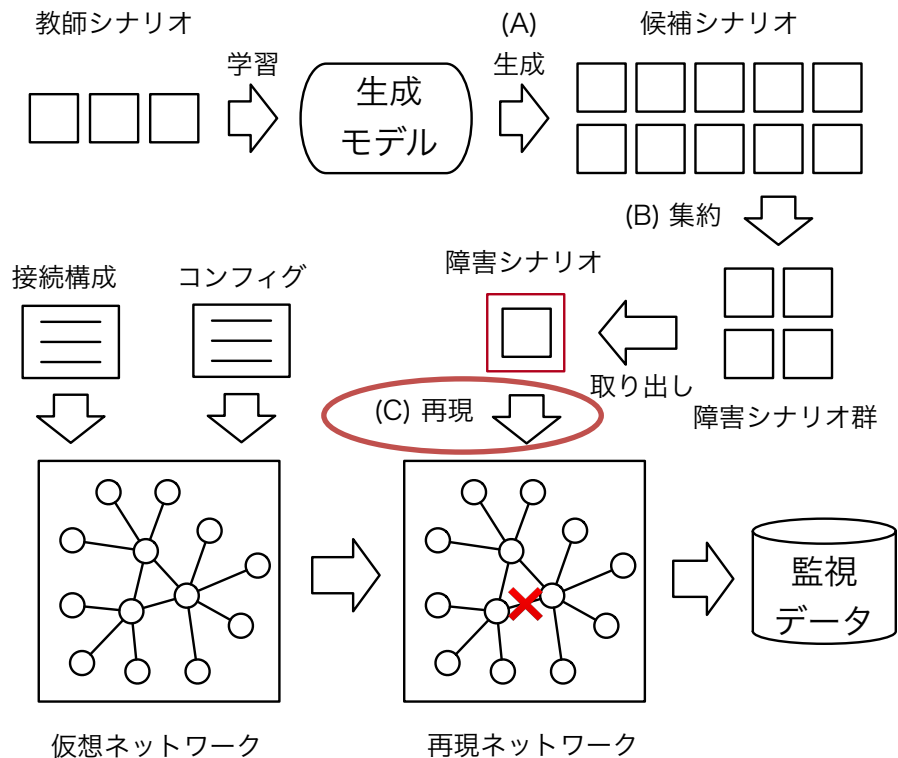
擬似データ生成の流れ2



B. 障害シナリオの集約

- 障害が起きないシナリオを除去
 - ネットワーク自動検証の応用
 - 類似・重複シナリオを除去
 - シナリオ類似性のスコア化に基づくクラスタリング
- ▶ 少数の障害シナリオ再現で幅広い障害を網羅できる

擬似データ生成の流れ3



C. 障害シナリオの再現

- 仮想ネットワーク上でベースとなるネットワーク構成を再現
 - シナリオの障害を再現
 - Chaos Engineering向けツールを用いることで再現可能
- 実ネットワークへの影響なしに障害時の運用データを収集可能

擬似データ基盤の実装に向けて

- 仮想ネットワーク構築

- TiNET: Docker(+FRR)での仮想ネットワーク構築支援ツール
 - 併せて多数の構成例が公開されている

- 障害の外的要因の再現

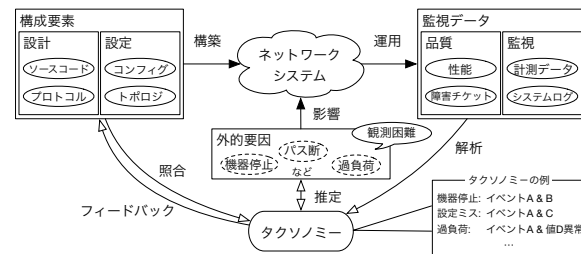
- Pumba: Docker向けChaos Engineeringツール
 - コンテナ停止に加え、パケットロスや遅延、複製、破損などをエミュレーション可能
- (Chaos monkeyなど他のChaos Engineering向けツールはAWS環境が前提とされていることが多く研究用途では使いにくい印象)



擬似データ生成に関する議論

- 擬似運用データの他用途への貢献
 - ネットワーク運用支援技術の精度評価 (公開可能)
 - 複合的要因の障害時を想定したソフトウェアの高度なデバッグ
 - 障害対応マニュアルの作成
- 応用上の制約
 - 仮想環境上でのソフトウェア利用可能性
 - 商用機器が前提の構成だと再現が難しい?
 - OSSで構成・再現し、知見を転移学習により商用機器環境に応用?

タクソミーの構築



- 擬似データからのタクソミー構築
 - データと障害シナリオが紐づいているので、データを集めて集約すれば解析ベースでタクソミー化が可能
- 実データからのタクソミー構築
 - 運用データと対応するトラブルチケットから推定する形で作成
 - 擬似データのタクソミーとの比較 (理想は部分集合になるはず)
 - SINETなどの運用データの利用を計画
- 将来的には、一般化のため機械学習手法への置き換え
 - 決定木学習の応用

ネットワーク運用自動化に関する議論

- フィードバックの実現に向けて
 - 内的要因(設定ミスなど)に対しては、提案手法によりコンフィグの問題箇所を特定し修正することで対応可能
 - 設定のロールバック
 - ネットワーク検証技術による修正案の生成・選択
 - 外的要因(負荷など)に対しては、サービスの構成や要件に応じて必要な対処が異なるため提案手法では対処困難
 - 過去の対処事例の学習などにより対処可能
 - 追加でデータが必要なため今後の課題

まとめ

- ネットワークの自律的な自動化の仕組みの実現に向けて
 - ネットワーク構成要素と監視データの連携解析
 - タクソノミーによる対応づけ
 - 将来的には決定木へ
 - 擬似データと実データの連携解析
 - より実データに近い擬似データの生成基盤
 - 障害シナリオの自動生成
 - 仮想ネットワーク上での障害再現・データ収集